

(19)日本国特許庁(J P)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-288992

(43)公開日 平成5年(1993)11月5日

(51)IntCl.³

G 0 2 B 21/00

検別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

7246-2K

審査請求 未請求 請求項の枚数(全 5 頁)

(21)出願番号 特願平4-95407

(22)出願日 平成4年(1992)4月15日

(71)出願人 000115902

レーザーテック株式会社

神奈川県横浜市港北区綱島東4-10-4

(72)発明者 米澤 良

神奈川県横浜市港北区綱島東4-10-4

レーザーテック株式会社内

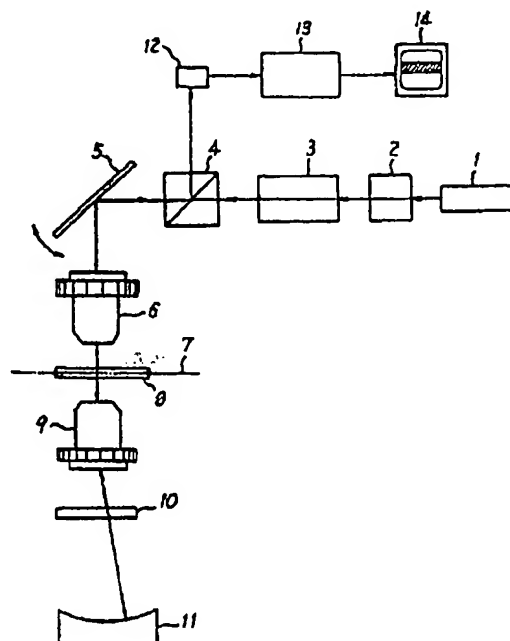
(74)代理人 弁理士 杉村 暁秀 (外5名)

(54)【発明の名称】 透過型顕微鏡

(57)【要約】

【目的】 コンフォーカルな光学系を有するレーザ顕微鏡において、試料の高品位な透過像を簡単な構成で表示するようにしたもの。

【構成】 直線偏光されたレーザビームを音響光学素子3によって主走査方向に偏向した後、偏光ビームスプリッタを経て振動ミラー5によって副走査方向に偏向し、第1対物レンズ6によって試料面7に投射し、その透過光を第2の対物レンズ8によって集光し、 $\lambda/4$ 板10を経て凹面ミラー11によって反射させ、第2の対物レンズによって試料面にスポットとして照射し、試料面を透過した光ビームを第1対物レンズにより集光し、振動ミラーで反射させ、偏光ビームスプリッタで反射させて、CCD リニアアレイ12に入射させる。



BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項1】 直線偏光された光ビームを放射する光源と、この光源から放射される光ビームを主走査方向に高速で偏向する第1の偏向手段と、この第1の偏向手段で偏向された光ビームを透過または反射する偏光ビームスプリッタと、この偏光ビームスプリッタから射出される光ビームを前記主走査方向に対して直交する副走査方向に低速で偏向する第2の偏向手段と、この第2の偏向手段で偏向された光ビームを試料上にスポットとして照射する第1の対物レンズと、この試料を透過した光ビームを集光する第2の対物レンズと、この第2の対物レンズで集光された光ビームを透過する1/4波長板と、この1/4波長板を透過した光ビームを反射して前記1/4波長板を経て前記第2の対物レンズへ戻し、第2対物レンズによって前記試料にスポットとして照射させる反射光学系と、試料を透過し、前記第1の対物レンズで集光され、前記第2の偏向手段で偏向され、前記偏光ビームスプリッタを反射または透過する光ビームをスポット像として受光し、試料の画像信号を出力する1次元撮像手段と、この1次元撮像手段から出力される画像信号を受けて試料の透過像を表示する表示手段とを具えることを特徴とする透過型顕微鏡。

【請求項2】 前記反射光学系を、曲率中心を前記第2対物レンズの後側焦点とした凹面反射鏡を以て構成したことを特徴とする請求項1記載の透過型顕微鏡。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は透過型顕微鏡、特に光源として直線偏光された光ビームを放射するレーザを用い、この光ビームを第1の偏向手段によって主走査方向に高速で偏向させた後、第2の偏向手段によって主走査方向に対して直交する副走査方向に低速で偏向させ、このように2次的に偏向させた光ビームを対物レンズによって試料上に微小スポットとして投射し、試料からの反射光ビームを前記第2の偏向手段で偏向させた後、CCDアレイのような1次元撮像手段に入射させて試料の画像信号を発生させ、これをモニタ上で表示するようにしたレーザ顕微鏡に関するものである。

【0002】

【従来の技術】上述したレーザ顕微鏡は公知であり、例えば本願人の出願にかかる特開昭61-80215号公報に記載されている。このようなレーザ顕微鏡では、2次的に偏向された光ビームを試料上に微小スポットとして照射し、試料からの反射光を微小スポットとしてCCDアレイ上に入射させる、いわゆるコンフォーカルな光学系を採用しているので、利得が大きく、分解能が高い画像を得ることができる。

【0003】上記の公報には、試料を上方から照明し、試料からの反射光を受光するようにした反射型のレーザ顕微鏡と、試料を上方から照明し、透過光を受光するよ

うにした透過型レーザ顕微鏡が記載されている。この内、透過型レーザ顕微鏡は試料を透過した光ビームを副走査方向の偏向を行う第3の偏向手段を経てCCDアレイへ入射させるようにしている。しかしながら、この場合には、副走査方向に偏向を行う偏向手段が2台必要となり、構成が複雑で、大型となるばかりでなく、第2の偏向手段と第3の偏向手段とを同期して駆動する必要があり、この同期がくずれると正確な画像を得ることができない欠点がある。

10 【0004】このような欠点を解消するために、本願人はさらに特開昭61-118710号公報において、第2の偏向手段と第3の偏向手段とを1枚の平行平面板の表裏を以て構成した透過型レーザ顕微鏡を提案している。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、この特開昭61-118710号公報に記載された透過型レーザ顕微鏡においては、レーザ光源から放射される光ビームを主走査方向に偏向する第1の偏向手段である音響光学素子に導き、ビームスプリッタを経て第2および第3の偏向手段を構成する振動ミラーの表面で反射させた後、第1の対物レンズによって試料上にスポットとして照射し、試料を透過した光ビームを第2の対物レンズによって集光し、前記振動ミラーで反射させてCCDアレイに入射させるようにしているので、これらの光学系の間で光ビームを導くための光学系の部品点数が非常に多くなり、全体の構成が非常に複雑で、大型のものとなる欠点がある。また、第2および第3の偏向手段は1枚の平行平面板の表裏を鏡面として構成しているため、これらの偏向手段の同期は完全に取れるが、反射型のように同一の鏡面を使用しているのではないので、例えば表裏の鏡面が平行でないと、画像の乱れが生ずる欠点がある。実際上、表裏の鏡面を完全に平行に製作することは非常に困難で、高価なものになってしまう。

【0006】本発明の目的は、上述した従来の欠点を解消し、第2の偏向手段を構成する振動ミラーの片面だけを利用し、光ビームをミラー面で2回反射させるように構成することによって、画像の乱れがなく、しかも全体の光学系を著しく簡単とし、小形で、安価とすることができるとするものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明による透過型顕微鏡は、直線偏光された光ビームを放射する光源と、この光源から放射される光ビームを主走査方向に高速で偏向する第1の偏向手段と、この第1の偏向手段で偏向された光ビームを透過または反射する偏光ビームスプリッタと、この偏光ビームスプリッタから射出される光ビームを前記主走査方向に対して直交する副走査方向に低速で偏向する第2の偏向手段と、この第2の偏向手段で偏向された光ビームを試料上にスポットとして照射する第1の対物レンズと、この試料を透過した光ビームを集光す

る第2の対物レンズと、この第2の対物レンズで集光された光ビームを透過する1/4波長板と、この1/4波長板を透過した光ビームを反射して前記1/4波長板を経て前記第2の対物レンズへ戻し、第2の対物レンズによって前記試料にスポットとして照射させる反射光学系と、試料を透過し、前記第1の対物レンズで集光され、前記第2の偏光手段で偏光され、前記偏光ビームスプリッタを反射または透過する光ビームをスポット像として受光し、試料の画像信号を出力する1次元撮像手段と、この1次元撮像手段から出力される画像信号を受けて試料の透過像を表示する表示手段とを具えることを特徴とするものである。

【0008】

【作用】このような本発明による透過型顕微鏡においては、第1および第2の偏光手段で2次元的に偏光させた光ビームを第1の対物レンズによって試料の上面からスポットとして投射し、試料を透過した光ビームを第2の対物レンズによって集光した後、反射光学系で反射させて第2の対物レンズによって試料の裏面からスポットして照射し、試料を透過した光ビームを第1の対物レンズで集光し、第2の偏光手段で偏光したのち、1次元撮像装置に入射させるようにしたため、偏光手段は2つで足り、構成を簡単とすることができるとともに画像の乱れをなくすることができる。

【0009】

【実施例】図1は本発明による透過型顕微鏡の1実施例の構成を示す線図である。レーザ光源1から放射される直線偏光されたレーザビームをエキスパンダ2に通過してビーム径を拡張した後、高速の偏光を行う主偏光手段を構成する音響光学素子3に所定の角度で入射させて、主走査方向に繰り返し偏光する。試料の透過画像を現行のテレビ方式で表示する場合には、主走査周波数は水平走査周波数である15.75kHzと同じかまたはそれよりも高い周波数とするが、本発明においては、この主走査を水平走査と同期させる必要はない。

【0010】音響光学素子3から出射されるレーザビームを偏光ビームスプリッタ4に入射させるが、偏光ビームスプリッタはこのレーザビームを透過するように構成する。偏光ビームスプリッタ4を透過したレーザビームを、次に振動ミラー5で反射させる。この振動ミラーは、上述した音響光学素子3による主走査方向と直交する副走査方向に偏光する副走査手段を構成するもので、この副走査周波数はテレビレートの垂直走査周波数である60Hzとする。

【0011】このように音響光学素子3および振動ミラー5によってレーザ光源1から放射されるレーザビームを2次元的に偏光して光点によるラスタを形成する。このラスタ像を第1の対物レンズ6によって試料平面7に微小スポットとして照射する。本例では、この試料平面7に半導体装置のリードワイヤ8が存在するものとす

るが、これは空中に存在するものである。試料平面7を通過したレーザビームを、物体側焦点を試料平面内に位置させた第2の対物レンズ9によって集光した後、入/4板10を経て凹面ミラー11に入射させる。この凹面ミラー11は、その曲率中心が第2の対物レンズ9の後側焦点に位置するように配置する。したがって、第2の対物レンズ9から射出し、凹面ミラー11で反射されるレーザビームは入射光路と同じ光路を戻って第2の対物レンズに入射し、試料平面7にスポットとして照射されることになる。このレーザビームは入/4板10を2度通過しているため、その偏光面は90度回転したものとなる。

【0012】このようにして試料平面7には下方からレーザビームがスポットとして照射され、このスポットは2次元的に試料平面を走査することになる。下方から試料面7を透過したレーザビームは第1の対物レンズ6で集光され、振動ミラー5で反射される。したがって、この振動ミラー5で反射されたレーザビームは副走査方向での偏光が相殺除去され、主走査方向にのみ1次元的に偏光されたものとなる。上述したようにこのレーザビームはレーザ光源1から放射されるレーザビームに対して偏光面が90度回転したものとなっているため、偏光ビームスプリッタ4で反射される。

【0013】偏光ビームスプリッタ4で反射されたレーザビームを、主走査方向に受光素子が1次元的に配列されている1次元撮像手段を構成するCCDリニアアレイ12に入射させる。この場合、CCDリニアアレイ12は、第1の対物レンズ6の像側焦点位置またはそれと共役な位置に配置し、試料面7を透過したレーザビームが微小スポットとして入射するようにする。このようにしてコンフォーカルな光学系を構成する。

【0014】CCDリニアアレイ12はテレビレートの水平走査周波数で読み出して画像信号を取り出し、この画像信号を信号処理回路13で処理してテレビ信号を作成した後、モニタ14に供給してリードワイヤ8の画像を表示する。本例においては、このようにしてモニタ14上に表示されるリードワイヤ8の画像から、リードワイヤの直径を測定するものである。第1の対物レンズ6から試料面7に上方から照射され、リードワイヤ8で反射される光は偏光ビームスプリッタ4で反射されず、これを透過するので、CCDリニアアレイ12には入射しない。したがって、試料からの反射光が透過光に混入して画像を妨害するようなことはなく、S/Nの良好な画像が得られることになる。

【0015】図2は本発明による透過型顕微鏡の他の実施例の要部の構成を示すものである。上述した実施例においては、空中に存在するリードワイヤを観測するようにしたが、本例においては図2に示すようにスライドガラス21とカバーガラス22との間に挟まれた試料23を観測するものである。すなわち、試料23を厚さ1m

5

mのスライドガラス21の上に置き、その上にさらに厚さ0.1~0.3 mmのカバーガラス22を載せ、試料23が試料面24上に位置するように配置する。

【0016】本例では第1の対物レンズ6は図1に示した実施例と同様のものを用いるが、第2の対物レンズ25はスライドガラス21による影響を補正できるようなレンズを使用する。このような対物レンズは、例えば光ディスクのビットを観察するために開発されており、焦点距離を0~1.4mmの範囲で調整できるものである。このように焦点距離を可変とすることができる対物レンズを用いることによってスライドガラス21に影響されことなく、試料の透過像を観測することができる。

【0017】図3は本発明による透過型顕微鏡で使用する凹面ミラーの変形例を示すものである。図1に示した凹面ミラー11は、表面を反射面としたものであるが、このような構成では、反射面にゴミやほりがあると、反射特性に大きな影響を与えることになる。その理由は光ビームは反射面で集束されるからである。図3に示す凹面ミラーにおいては、メニスカス状の透明ガラス部材31の裏面に鏡面32を形成したものである。このように構成すると、ガラス部材31の表面にゴミやほりが堆積してもこの表面では光ビームは集束されていないので、反射特性に大きな影響を与える恐れはなくなる。

【0018】図4は本発明による透過型顕微鏡の他の実施例の要部の構成を示すものである。本例では第2の対物レンズ9と入/4板10との間に凸レンズ41を配置し、第2対物レンズから凹面ミラー11までの光路長を短くしたものである。このように凸レンズを配置することは、既存の反射型レーザ顕微鏡においては、顕微鏡を載せたテーブルの表面と試料を載置するステージとの間の距離が短いので、既存の顕微鏡を変更して本発明による透過型顕微鏡とする場合に有利である。

【0019】

【発明の効果】上述したように、本発明による透過型顕微鏡においては、副走査手段を2度通すようにしたた

6

め、従来のように副走査手段を2台設ける場合に比べ、構成は簡単になるとともに画像の質も良好なものとなる。さらに、試料からの直接反射光は受光素子に入射しないので、きわめてコントラストの強い画像が得られることになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、本発明による透過型顕微鏡の1実施例の構成を示す線図である。

【図2】図2は、本発明による透過型顕微鏡の他の実施例の要部の構成を示す線図である。

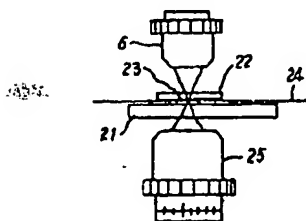
【図3】図3は、本発明による透過型顕微鏡に用いる凹面ミラーの変形例を示す図である。

【図4】図4は、本発明による透過型顕微鏡の他の実施例の要部を示す線図である。

【符号の説明】

- 1 レーザ光源
- 2 エキスパンダ
- 3 音響-光学素子
- 4 偏光ビームスプリッタ
- 5 振動ミラー
- 6 第1対物レンズ
- 7 試料面
- 8 試料
- 9 第2対物レンズ
- 10 入/4板
- 11 凹面ミラー
- 12 CCD リニアアレイ
- 13 信号処理回路
- 14 モニタ
- 20 21 スライドガラス
- 22 カバーガラス
- 23 試料
- 31 ガラス部材
- 32 反射面
- 41 凸レンズ

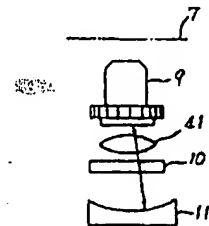
【図2】



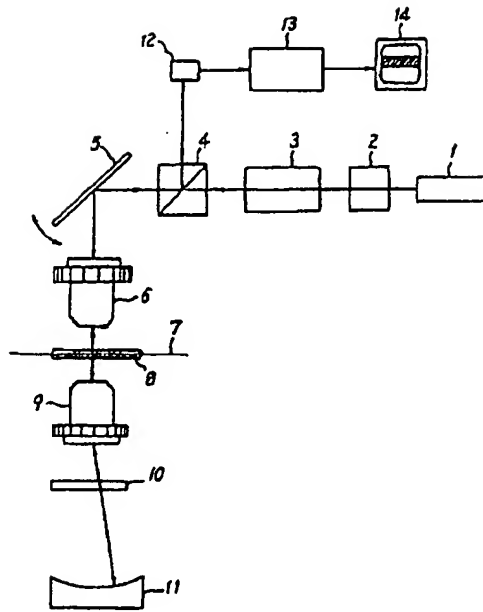
【図3】



【図4】



【図1】



CLIPPEDIMAGE= JP405288992A
PAT-NO: JP405288992A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 05288992 A
TITLE: TRANSMISSION TYPE MICROSCOPE

PUBN-DATE: November 5, 1993

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

YONEZAWA, MAKOTO

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

LASER TEC KK

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP04095407

APPL-DATE: April 15, 1992

INT-CL (IPC): G02B021/00

US-CL-CURRENT: 359/386

ABSTRACT:

PURPOSE: To display the high-quality transmitted image of a sample by simple constitution as for a laser microscope provided with a confocal optical system.

CONSTITUTION: A linearly polarized laser beam is passed through a polarized beam splitter 4 and deflected in a sub-scanning direction by a vibration mirror 5 after it is deflected in a main scanning direction by an acoustic optical element 3. Besides, it is projected on the surface 7 of the sample by a first objective lens 6 and the transmitted light thereof is condensed by a second objective lens 9. Then, it is passed through a $\lambda/4$ plate 10 and reflected on a concave mirror 11. Besides, the surface 7 of the sample is irradiated with it as a spot by the lens 9. The light beam transmitted through the surface 7 of the sample is condensed by the lens 6, reflected on the mirror 5 and reflected by the splitter 4. Then, it is made incident on the a CCD linear array 12.

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☒ OTHER: Black dots

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.